·论著·

1990—2019年中国高BMI所致的疾病负担分析与预测研究

颜丹虹[1]，甘同舟[1]，袁空军[1]，周光清[2*]

1.510515 广东省广州市，南方医科大学卫生管理学院
2.510515 广东省广州市，南方医科大学南方医院健康管理中心
*通信作者：周光清，研究员/硕士生导师；E-mail：13318898668@189.cn

【摘要】 **背景** 肥胖是目前常见的代谢疾病，现已成为全球范围内危害严重的公共卫生问题。近几十年来随着中国经济的快速发展、全球化和城镇化进程加快，中国超重肥胖率呈现快速上升的趋势，开展全人群肥胖防控工作亟不可待。**目的** 分析1990—2019年中国归因于高BMI的疾病负担现状及变化趋势，并预测未来十年高BMI的伤残调整寿命年（DALY）标化率，为我国制定肥胖防控策略提供参考依据。**方法** 提取全球疾病负担数据库中1990—2019年中国归因于高BMI的DALY数、DALY标化率等数据，从性别、年龄、高BMI的归因疾病负担等方面分析中国高BMI疾病负担，用年估计变化百分比（EAPC）表示变化趋势，建立灰色预测模型GM（1，1）预测2020—2030年中国归因于高BMI的DALY标化率。**结果** 1990—2019年中国归因于高BMI的死亡例数、DALY数分别增长225%、215%，标化死亡率（EAPC=1.21%，P<0.001）与DALY标化率呈上升趋势（EAPC=1.41%，P<0.001）。男性归因于高BMI的DALY负担及其增长速度明显高于同时期的女性。高BMI导致的DALY负担随着年龄的增加而增加，<5～≤19岁的负担快速增长，男性全年龄均呈上升趋势，女性20～54岁增长趋势不稳定，55岁及以上加速增长。1990年与2019年高BMI的归因DALY负担最大的前4种疾病均是脑卒中、缺血性心脏病、糖尿病、高血压性心脏病，DALY标化率增长较快的疾病主要为肿瘤与肌肉骨骼疾病。2019年高BMI所致的DALY数占该年总DALY数的6.50%，在69个危险因素中顺位第五。GM（1，1）预测显示，2020—2030年中国高BMI的DALY标化率持续上升，2030年中国高BMI的DALY标化率为1 452.52/10万，其中男性1 845.81/10万，女性1 106.74/10万。**结论** 1990—2019年中国高BMI导致的疾病负担明显增加，应针对不同性别、不同年龄段的人群采取针对性的干预措施，重点关注与预防高BMI导致的相关疾病与癌种。未来十年高BMI的疾病负担将进一步加重，开展全国范围的社区肥胖防治工作已亟不可待。

【关键词】 体质指数；疾病负担；年估计变化百分比；GM（1，1）
【中图分类号】 R 589.25 【文献标识码】 A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0903

Analysis and Prediction of Disease Burden Due to High BMI in China from 1990 to 2019

YAN Danhong[1]，*GAN Tongzhou*[1]，*YUAN Kongjun*[1]，*ZHOU Guangqing*[2*]
1.School of Health Management，Southern Medical University，Guangzhou 510515，China
2.Health Management Center，Nanfang Hospital，Southern Medical University，Guangzhou 510515，China
**Corresponding author：ZHOU Guangqing，Researcher/Master supervisor；E-mail：13318898668@189.cn*

【Abstract】 **Background** Obesity is a common metabolic disease that has become a serious public health problem worldwide.In recent decades，with the rapid development of China's economy and the acceleration of globalization and urbanization，the rate of overweight and obesity in China has shown a rapid rise，and it is urgent to carry out the prevention and control of obesity in the whole population.**Objective** To analyze the status quo and changing trend of disease burden due to high BMI in China from 1990 to 2019，and to predict the Disability-Adjusted Life Years（DALY）normalization rate of high BMI in

基金项目：广东省哲学社会科学规划项目（GD21CGL29）；广东省科技计划项目（2020A1414040021）；广东省科技计划项目（2017A030223004）
引用本文：颜丹虹，甘同舟，袁空军，等.1990—2019年中国高BMI所致的疾病负担分析与预测研究［J］.中国全科医学，2024. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0903.［Epub ahead of print］［www.chinagp.net］
YAN D ho，GAN T z，YUAN Kj，，et al.Analysis and prediction of disease burden due to high BMI in China from 1990 to 2019［J］.Chinese General Practice，2024.［Epub ahead of print］

China in the next decade, providing reference for formulating obesity prevention and control strategies in China.**Methods** The data of DALY number and DALY normalization rate attributed to high BMI in China from 1990 to 2019 were extracted from the global Burden of Disease database, and the burden of disease due to high BMI in China was analyzed from the aspects of gender, age and the burden of disease attributable to high BMI.Using the estimated annual percentage change (EAPC) to represent the change trend, a grey prediction model GM (1, 1) was established to predict the DALY normalization rate attributed to high BMI in China from 2020 to 2030.**Results** From 1990 to 2019, the number of deaths and DALY attributable to high BMI in China increased by 225% and 215%, respectively.The standardized mortality rate (EAPC=1.21%, P<0.001) and the standardized DALY rate showed an increasing trend (EAPC=1.41%, P<0.001).The burden of DALY attributed to high BMI and its growth rate was significantly higher in men than in women over the same period.The burden of DALY caused by high BMI increased with the increase of age, and the burden of <5– ≤ 19 years old increased rapidly, and the increase trend of males at all ages was increasing, and the increase trend of females at 20–54 years old was unstable, and the increase rate was accelerated at 55 years old and above.In 1990 and 2019, the top four diseases with the greatest burden of DALY attributed to high BMI were stroke, ischemic heart disease, diabetes and hypertensive heart disease, and the diseases with rapid increase of DALY normalization rate were mainly tumor and musculoskeletal diseases.The number of DALY caused by high BMI in 2019 accounted for 6.50% of the total number of DALY in 2019, ranking fifth among 69 risk factors.GM (1, 1) forecast shows that the DALY normalization rate of high BMI in China will continue to rise from 2020 to 2030.In 2030, the DALY normalization rate of high BMI in China will be 1 452.52/ 100 000, among which 1 845.81/ 100 000 for males and 1 106.74/ 100 000 for females.**Conclusion** The burden of diseases caused by high BMI increased significantly in China from 1990 to 2019, and targeted intervention measures should be taken for people of different genders and different age groups, focusing on the prevention of diseases and cancers caused by high BMI.The disease burden of high BMI will increase further in the next decade, and a nationwide community obesity prevention and control effort is urgently needed.

【Key words】 BMI; Disease burden; Estimated annual percentage change; GM (1, 1)

肥胖是目前常见的代谢疾病，现已成为全球范围内危害严重的公共卫生问题。近几十年来随着中国经济的快速发展、全球化和城镇化进程加快，中国超重肥胖率呈现快速上升趋势，2018 年中国约有 8 500 万 18 ~ 69 岁成年肥胖者[1-2]。肥胖是多数慢性病的危险因素，可引起高血压、糖尿病、高血脂、痛风等，不仅影响了居民的生命健康，而且给家庭、社会、卫生体系带来了沉重的负担[3-5]。有研究预测，2030 年中国成年人的超重肥胖率将达到 65.3%，学龄儿童达到 31.8%，导致的医疗支出达 610 亿美元，约占全国医疗费用总额的 22%[6]。我国肥胖的流行现状不容乐观，《"健康中国 2030"规划纲要》《健康中国行动（2019—2030 年）》等文件中也提出了对肥胖控制的相关要求与战略目标，开展全人群肥胖防控工作亟不可待。本研究基于 2019 年全球疾病负担研究（Global Burden of Disease，GBD 2019）的最新数据，分析中国 1990—2019 年归因于高 BMI 的疾病负担现状及变化趋势，预测 2020—2030 年中国高 BMI 的伤残调整寿命年（disability-adjusted life years，DALY）标化率，为我国制定预防控制超重肥胖的相关政策提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

本研究数据来源于 GBD 2019，该数据库对全球 204 个国家（地区）的 369 种疾病（伤害）和 87 种危险因素的归因疾病负担进行评估[7]。GBD 采用比较风险评估理论，即在其他独立危险因素暴露水平不变时，通过比较特定人群某种危险因素暴露分布与理论最小风险暴露分布（theoretical minimum risk exposure level，TMREL）[8]。GBD 2019 中高 BMI 的 TMREL 为 20~25 kg/m^2，本研究将高 BMI 定义为 BMI>25 kg/m^2。

1.2 观察指标

以死亡数、标化死亡率、DALY 数、DALY 标化率作为评价高 BMI 的负担指标。DALY 作为一项综合指标，采用客观定量的方法，综合评估人群死亡与幸存者的失能时间，由伤残损失寿命年（years lived with disability，YLD）、早死损失寿命年（years of life lost，YLL）组成，即 DALY=YLD+YLL，标化死亡率与 DALY 标化率利用 GBD 世界标准人口进行标准化[9]。GBD 2019 根据所有可用的数据源，使用时空高斯过程回归、DisMod-MR 2.1、贝叶斯荟萃回归等方法，估计每个危险因素的年龄 - 性别 - 地区 - 年份的暴露水平，并以此为基础计算了每个危险因素归因 DALY 的最新估计值。

1.3 研究方法

1.3.1 年估计变化百分比（estimated annual percentage change，EAPC）：EAPC 是量化特定区间率变化趋势的值，其计算是基于回归模型拟合率的自然对数，以年份为自变量（x），以率的自然对数为因变量（y），

即 y=b+mx，EAPC=100×（exp^m−1），采用 t 检验对 EAPC 进行假设检验，有统计学意义的 EAPC 表示率的稳定变化速度，EAPC 的 95%*UI* 由回归模型获得[10]。当 EAPC 和 95%*UI* 的下限均 >0，表示趋势呈现上升状态；EAPC 和 95%*UI* 的上限均 <0，呈现下降趋势；当 95%*UI* 包含 0，则表示处于平稳状态[11]。

1.3.2 GM（1，1）模型：灰色系统理论由邓聚龙教授于 1982 年提出，灰色预测模型 GM（1，1）是该理论中被广泛运用的预测模型，其具有所需样本数据少、拟合精度较高、计算简便等优点，尤其是在小样本、贫信息、不确定系统中得到了成功的应用[12]。GM（1，1）的详细建模过程可参考文献[13]。模型的预测效果由后验差比值 *C* 值、小误差概率 *P* 值进行检验，*C* 值越小表示预测值与实际值之差集中程度越好，*P* 值越大表示模型拟合精度越高，模型拟合检验的判定标准见表 1。

表 1 模型拟合检验的判定标准
Table 1 Judgment criteria for the model fitting test

模型拟合等级	*C* 值	*P* 值
1 级（优）	*C* ≤ 0.35	*P* ≥ 0.95
2 级（良）	0.35<*C* ≤ 0.50	0.80 ≤ *P*<0.95
3 级（合格）	0.50<*C* ≤ 0.65	0.70 ≤ *P*<0.80
4 级（不合格）	*C*>0.65	*P*<0.70

1.4 统计学方法

将数据导入 Excel 软件，对 1990—2019 年中国归因于高 BMI 的死亡数、死亡率、DALY 数、DALY 率进行数据统计与图表制作，运用 SPSS 26.0 建立回归模型计算 EAPC，采用 t 检验对 EAPC 进行检验，利用 Matlab R 2021b 建立 2020—2030 年中国归因于高 BMI 的 DALY 负担预测模型并检验模型拟合等级。本研究采用双侧检验，检验水准 α=0.05，P<0.05 表示结果有统计学差异。

2 结果

2.1 1990—2019 年中国高 BMI 所致的死亡情况与 DALY 负担现状

2019 年中国归因于高 BMI 的死亡数较 1990 年增长 225%，标化死亡率呈上升趋势（EAPC=1.21%，95%*UI*：1.11 ~ 1.31），DALY 数增长 215%，DALY 标化率稳定上升（EAPC=1.41%，95%*UI*：1.31 ~ 1.51），男性负担与增长速度高于女性。见表 2。

2.2 1990—2019 年中国归因于高 BMI 的年龄、性别 DALY 负担情况

根据 GBD 2019 的分组方法，本研究将年龄共分为 17 组。1990—2019 年中国归因于高 BMI 的 DALY 率随年龄增加而增加，男、女性 DALY 率在 75~79 岁达到最高。男性各年龄组 DALY 率均呈明显上升趋势，女性 20~34 岁、40~54 岁的 EAPC 差异无统计学意义，提示变化趋势不稳定，55 岁后逐渐上升。从各个年龄段来看，男、女性 DALY 率在 <5~ ≤ 19 岁时快速增长，整体增长速度高于其他年龄段，其中 5~9 岁增长最快，男生 EAPC=4.92%（95%*UI*：3.87% ~ 5.87%），女生 EAPC=3.56%（95%*UI*：2.33% ~ 4.71%）。见表 3。

2.3 1990—2019 年高 BMI 的归因 DALY 与变化趋势

GBD 2019 中将危险因素的 DALY 归因分为 4 级，本研究选取第 4 级疾病类别，其中与高 BMI 有病因学联系的疾病主要有 8 类，分别为肿瘤、心血管疾病、慢性呼吸道疾病、消化系统疾病、神经系统疾病、糖尿病和肾脏疾病、感觉器官疾病、肌肉骨骼疾病，每个类别下面细分为 26 个更详细的疾病，详见表 4。

1990 年与 2019 年高 BMI 归因的 DALY 负担较多的前 4 种疾病依次是脑卒中、缺血性心脏病、糖尿病、高血压性心脏病，1990 年第 5 位是肝癌，2019 年为慢性肾脏疾病，标化后 1990 年与 2019 年 DALY 率最高的前 5 种疾病均没有变化，仅顺位略有差别。1990—2019 年以来，除高血压性心脏病、哮喘、肝癌之外，其余高 BMI 的归因 DALY 标化率均呈上升趋势，变化速度较快的前 5 种疾病分别是非霍奇金淋巴瘤、肾癌、胰腺癌、结直肠癌、痛风。1990 年与 2019 年食管癌、子宫癌、高血压性心脏病的 EAPC 比较，差异无统计学意义（P>0.05）。

2.4 1990—2019 年高 BMI 所致 DALY 数的占比与顺位变化

根据 GBD 2019 对 87 个危险因素的分组方法，本研究选取第 4 级分类最详细的 69 个危险因素进行分析。1990 年，归因于高 BMI 的 DALY 数为 787.63 万人年，占该年中国全人群总 DALY 负担的 1.91%，占比顺位为

表 2 1990—2019 年中国居民归因于高 BMI 的死亡情况与 DALY 负担
Table 2 Deathality attributable to high BMI in Chinese residents from 1990 to 2019

组别	DALY 数（万人年）		DALY 标化率（/10 万）		EAPC（%）	死亡数（万人）		标化死亡率（/10 万）		EAPC（%）
	1990 年	2019 年	1990 年	2019 年		1990 年	2019 年	1990 年	2019 年	
全人群	787.63	2 483.00	852.30	1 230.94	1.41[a]	23.50	76.47	29.80	40.55	1.21[a]
男性	407.45	1 425.27	869.43	1 452.53	2.02[a]	11.83	43.16	30.91	49.10	1.82[a]
女性	380.19	1 057.74	832.93	1 013.87	0.70[a]	11.67	33.30	28.82	33.20	0.60[a]

注：[a] 表示 P<0.001；DALY= 伤残调整寿命年，EAPC= 年估计变化百分比。

表 3 1990—2019 年不同年龄组、不同性别的 DALY 率变化趋势

Table 3 Trends of DALY rates in different age groups and sexes from 1990 to 2019

年龄组（岁）	男性			女性		
	1990 年	2019 年	EAPC（%）	1990 年	2019 年	EAPC（%）
<5 岁	2.34	6.08	4.08[a]	1.86	3.09	2.43[b]
5 ~ 9 岁	2.43	8.82	4.92[a]	2.25	5.83	3.56[a]
10 ~ 14 岁	1.61	5.88	4.08[a]	1.32	3.61	2.74[a]
15 ~ 19 岁	0.91	3.36	3.56[a]	0.81	2.19	2.02[a]
20 ~ 24 岁	124.06	219.15	2.33[a]	91.98	101.22	0.20
25 ~ 29 岁	199.63	399.85	3.15[a]	153.84	162.68	–0.10
30 ~ 34 岁	349.72	766.77	3.15[a]	240.93	263.67	–0.10
35 ~ 39 岁	606.56	1 266.73	2.53[a]	424.76	461.81	0.20[b]
40 ~ 44 岁	988.85	1 851.99	2.22[a]	748.66	773.97	0
45 ~ 49 岁	1 360.99	2 274.62	2.22[a]	1 150.91	1 199.58	–0.30
50 ~ 54 岁	2 028.21	3 053.37	1.61[a]	1 977.17	2 062.84	0
55 ~ 59 岁	2 540.13	3 720.20	1.51[a]	2 581.57	2 754.11	0.50[b]
60 ~ 64 岁	2 989.17	4 593.53	1.82[a]	3 127.27	3 674.60	0.80[a]
65 ~ 69 岁	3 407.22	5 355.52	1.82[a]	3 603.79	4 655.66	1.01[a]
70 ~ 74 岁	3 804.52	6 184.92	1.71[a]	3 988.76	5 618.18	1.21[a]
75 ~ 79 岁	3 856.05	6 583.73	2.12[a]	4 064.99	5 939.70	1.51[a]
≥ 80 岁	3 048.12	5 750.67	2.53[a]	3 143.94	5 127.57	1.92[a]

注：[a] 表示 $P<0.001$，[b] 表示 P 值 <0.05。

15/69。随着时间的推移，归因于高 BMI 的 DALY 负担占比与顺位逐年上升。2001 年高 BMI 顺位进入前 10，2013—2019 年稳居前 5。2019 年高 BMI 所致的 DALY 数为 2 483 万人年，占该年总 DALY 数的 6.50%。见表 5。

2.5 2020—2030 年中国归因于高 BMI 的 DALY 标化率预测

我国 2020—2030 年全人群归因于高 BMI 的 DALY 标化率模型后验差比值 C=0.1658，小误差概率 P=1.00，模型拟合等级为优。我国男性 2020—2030 年归因于高 BMI 的 DALY 标化率模型后验差比值 C=0.1394，小误差概率 P=1.00，模型拟合等级为优。我国女性 2020—2030 年归因于高 BMI 的 DALY 标化率模型后验差比值 C=0.4365，小误差概率 P=0.90，模型拟合等级为良。实际值与预测值的拟合效果见图 2，具体预测数值见表 6。

3 讨论

1990—2019 年我国归因于高 BMI 的死亡数、标化死亡率、DALY 数、DALY 标化率明显增加，增长率分别为 225%、36%、215%、44%，全球增长率分别为 128%、5%、138%、18%，增长幅度远高于全球平均速度，与以往研究结果一致[14-15]。WANG 等的研究显示近十年来中国成年人平均 BMI 的上升速度有所放缓[16]，但仍保持增长趋势，提示我国超重肥胖人群将不断增加，

表 4 1990 年与 2019 年高 BMI 的归因 DALY 负担与变化趋势

Table 4 Attributable DALY burden and changing trends of high BMI in 1990 and 2019

疾病	DALY 数（万人年）		DALY 标化率（/10 万）		EAPC（%）	95%UI
	1990 年	2019 年	1990 年	2019 年		
肿瘤	88.54	266.98	93.74	128.06	0.70[a]	0.50 ~ 0.80
食管癌	30.67	85.97	34.17	40.79	0.50	–0.10 ~ 1.01
结直肠癌	5.31	37.61	5.68	18.45	4.71[a]	4.29 ~ 5.02
肝癌	33.98	57.04	34.43	27.72	–2.37[a]	–3.25 ~ –1.49
胆囊癌和胆道癌	1.61	8.15	1.82	3.95	3.46[a]	2.94 ~ 3.98
胰腺癌	1.27	10.64	1.38	5.10	4.92[a]	4.60 ~ 5.23
乳腺癌	6.23	33.66	6.83	15.25	3.05[a]	2.74 ~ 3.25
子宫癌	3.84	9.08	4.00	4.31	0.50	–0.10 ~ 1.21
卵巢癌	0.24	1.67	0.24	0.78	4.19[a]	3.87 ~ 4.39
肾癌	0.81	7.05	0.86	3.45	5.76[a]	5.23 ~ 6.18
甲状腺癌	0.32	1.48	0.34	0.73	3.05[a]	2.84 ~ 3.25
非霍奇金淋巴瘤	0.73	4.74	0.74	2.34	4.71[a]	4.39 ~ 5.02
多发性骨髓瘤	0.28	1.47	0.30	0.71	3.05[a]	2.84 ~ 3.15
白血病	3.25	8.43	2.96	4.46	1.41[a]	1.31 ~ 1.51
心血管疾病	532.8	1 500.41	576.95	747.45	1.11[a]	1.01 ~ 1.11
缺血性心脏病	118.38	507.33	127.54	257.69	2.94[a]	2.74 ~ 3.25
脑卒中	337.64	818.83	351.82	397.52	0.40[a]	0.30 ~ 0.60
高血压性心脏病	72.75	151.45	91.56	79.94	–0.40	–1.09 ~ 0.30
心房颤动和扑动	4.03	22.81	6.03	12.30	2.53[a]	2.43 ~ 2.74
慢性呼吸道疾病	9.85	17.53	10.89	10.42	–0.80[a]	–1.09 ~ –0.40
哮喘	9.85	17.53	10.89	10.42	–0.80[a]	–1.09 ~ –0.40
消化系统疾病	14.00	38.43	15.12	19.26	0.80[a]	0.70 ~ 1.01
胆囊和胆道疾病	14.00	38.43	15.12	19.26	0.80[a]	0.70 ~ 1.01
神经系统疾病	7.30	47.72	13.17	28.22	2.84[a]	2.63 ~ 2.94
阿尔茨海默病和其他痴呆症	7.30	47.72	13.17	28.22	2.84[a]	2.63 ~ 2.94
糖尿病和肾脏疾病	106.91	493.79	112.90	240.02	2.94[a]	2.74 ~ 3.25
糖尿病	77.18	373.76	80.21	181.54	3.15[a]	2.84 ~ 3.36
慢性肾脏疾病	29.73	120.04	32.70	58.48	2.63[a]	2.43 ~ 2.84
感觉器官疾病	0.91	4.77	1.29	2.50	2.84[a]	2.43 ~ 3.25
失明和视力下降	0.91	4.77	1.29	2.50	2.84[a]	2.43 ~ 3.25
肌肉骨骼疾病	27.34	113.37	28.23	55.00	2.84[a]	2.63 ~ 3.05
骨关节炎	9.92	55.79	10.94	25.99	3.36[a]	3.15 ~ 3.56
下背痛	15.55	46.07	15.35	23.37	2.12[a]	1.82 ~ 2.33
痛风	1.87	11.51	1.94	5.64	4.29[a]	3.98 ~ 4.50

注：[a] 表示 $P<0.001$。

高 BMI 负担愈发沉重。

本研究发现，中国归因于高 BMI 的 DALY 负担存在性别差异，男性负担与增长速度高于女性，造成这种群体差异的原因可能是社会经济因素、遗传、生理因素、生活方式等多方面综合导致的[17-18]。高 BMI 导致的 DALY 负担随着年龄增加而增加，不同年龄段的增长速度不同，且存在性别差异。1990 年以来，<5~ ≤ 19 岁人群的高 BMI 负担快速增长，5~9 岁儿童增长最快，

表5 1990—2019年高BMI所致的DALY负担占比与顺位变化
Table 5 Proportion and rank change of DALY burden due to high BMI from 1990 to 2019

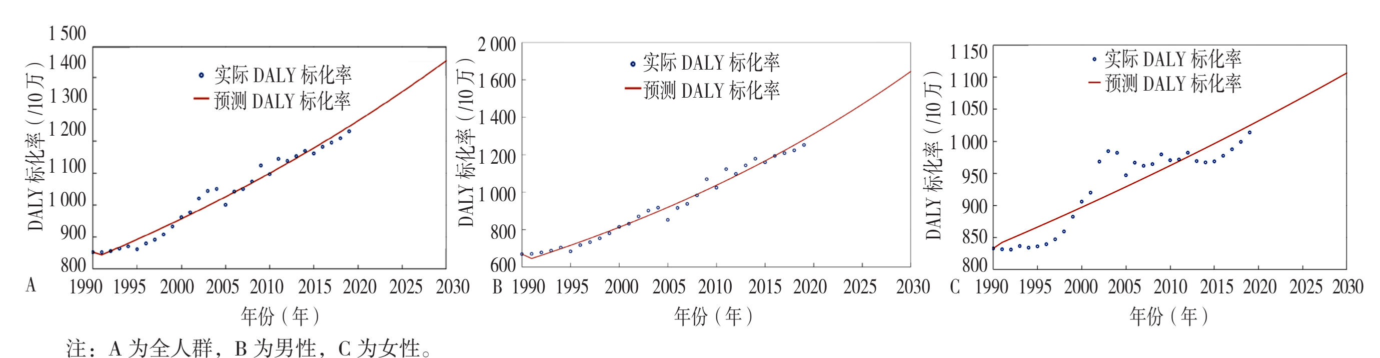
年份	归因于高BMI的DALY数（万人年）	全人群总DALY数（万人年）	占比（%）	顺位
1990年	787.63	41 231.06	1.91	15
1991年	808.47	41 114.55	1.97	15
1992年	833.18	40 701.12	2.05	15
1993年	860.42	40 210.13	2.14	15
1994年	887.81	39 861.40	2.23	14
1995年	921.00	39 455.85	2.34	13
1996年	957.35	38 973.07	2.46	13
1997年	997.30	38 343.84	2.60	12
1998年	1 045.58	37 976.20	2.76	12
1999年	1 105.14	37 716.43	2.93	11
2000年	1 170.45	37 667.47	3.11	10
2001年	1 221.12	37 305.68	3.28	9
2002年	1 283.04	37 027.90	3.47	8
2003年	1 343.00	36 905.67	3.64	8
2004年	1 413.38	37 114.72	3.81	8
2005年	1 461.72	36 846.90	3.97	8
2006年	1 494.79	36 175.66	4.14	8
2007年	1 551.34	35 831.07	4.33	7
2008年	1 629.14	36 312.79	4.49	7
2009年	1 706.46	36 026.93	4.74	6
2010年	1 793.22	36 225.96	4.95	6
2011年	1 867.33	36 224.41	5.16	6
2012年	1 930.80	36 185.40	5.34	6
2013年	1 997.32	36 212.77	5.52	5
2014年	2 064.73	36 344.01	5.68	5
2015年	2 133.99	36 582.80	5.84	5
2016年	2 212.65	37 129.44	5.96	5
2017年	2 291.08	37 427.72	6.12	5
2018年	2 375.61	37 735.65	6.30	5
2019年	2 483.00	38 220.56	6.50	5

男生增长速度约为女生的2倍，与我国近三十年来的儿童青少年超重肥胖增长趋势相吻合[19]。提示我国应加强儿童青少年的超重肥胖防控工作，加大对5~9岁儿童的干预力度，以男童为高危人群。成年男性各年龄段的DALY负担均保持增长，20~49岁增长较快。女性20~54岁增长趋势不稳定，55岁及以上加速增长，可能是由于女性绝经后激素水平变化，加之社会规范对中老年女性体形的要求低于青年时期、社会地位的提升等使中老年女性的体质量更易于增加[20]。目前我国成年居民超重肥胖率超过50%，6~17岁的儿童青少年超重肥胖率接近20%，6岁以下的儿童达到10%[21]。随着我国老龄化加剧与人均期望寿命的延长，高BMI导致的DALY负担将持续增加，应针对不同性别、不同年龄段的人群特点制定针对性、贯穿全生命周期的干预措施。

表6 2020—2030年中国高BMI的DALY标化率预测情况
Table 6 Prediction of DALY calibration rate of high BMI in China from 2020 to 2030

年份	DALY标化率（/10万）		
	全人群	男性	女性
2020	1 263.77	1 510.98	1 031.91
2021	1 281.48	1 541.53	1 039.16
2022	1 299.45	1 572.70	1 046.46
2023	1 317.66	1 604.49	1 053.81
2024	1 336.13	1 636.93	1 061.22
2025	1 354.86	1 670.03	1 068.67
2026	1 373.85	1 703.79	1 076.18
2027	1 393.11	1 738.24	1 083.74
2028	1 412.64	1 773.38	1 091.35
2029	1 432.44	1 809.23	1 099.02
2030	1 452.52	1 845.81	1 106.74

多项研究显示，BMI增加是心血管疾病与糖尿病的独立危险因素[22-24]。本研究发现，1990—2019年高BMI的归因DALY负担最多的前4位疾病均是脑卒中、缺血性心脏病、糖尿病、高血压性心脏病，与李辉等[25]、DAI等[26]的研究结果一致。1990—2019年以来，除高血压性心脏病、哮喘、肝癌之外，其余高BMI的归因DALY标化率均呈上升趋势。哮喘与肝癌的DALY标化率呈现下降趋势，可能是经济水平的发展、医疗卫生水平大幅度提升、生活条件与环境改善、乙肝疫苗接种等



注：A为全人群，B为男性，C为女性。

图1 2020—2030年不同人群DALY标化率预测与拟合效果
Figure 1 Prediction and fitting effect of standardized DALY rates in different populations from 2020 to 2030

起到了一定程度的防控作用，但 2019 年哮喘与肝癌的 DALY 负担仍处于较高水平，防治工作依旧任重道远。高 BMI 的归因 DALY 增长较快的疾病主要为肿瘤与肌肉骨骼疾病，与我国近年整体癌症负担的癌种分布相符合[27]。在肿瘤疾病中，DALY 标化率上升最快的前 5 种分别是肾癌、胰腺癌、结直肠癌、非霍奇金淋巴瘤、卵巢癌。研究显示，男性、老年人是肿瘤防控工作的重点人群，中老年女性是卵巢癌重点关注群体[28-29]。我国的老龄化进程逐渐加快，开展肿瘤的早筛查、早诊断、早治疗有利于改善患者预后，提高生存率与生存质量。张丽等指出，适度肥胖有益于骨健康，过度肥胖会破坏骨骼内稳态，导致骨关节炎、骨质疏松、椎间盘退化等骨骼疾病的发生[30]。其中，由于痛风引起的关节炎已成为最常见的炎症性关节病[31]。BMI 过高是多种慢性病的主要危险因素，控制正常的体质量可以减少约 12% 的主要慢性病发病[32]。1990—2019 年中国 DALY 总体负担中归因于高 BMI 的比例与危险因素顺位持续上升，说明高 BMI 已成为危害我国居民生命健康及慢病发病的重要原因之一，亟待制定有效的肥胖防治政策，降低我国慢病发病率与疾病负担。

GM（1，1）模型预测结果显示，2020—2030 年中国高 BMI 所致的 DALY 负担呈上升趋势，2030 年中国归因于高 BMI 的 DALY 标化率预计为 1 452.52/10 万，其中男性为 1 845.81/10 万，女性为 1 106.74/10 万。BMI 过高不仅危害居民生命健康，而且也带来了巨大的经济负担。2010 年我国超重和肥胖造成的直接经济负担为 907.68 亿元，占高血压、冠心病、糖尿病、脑血管病和癌症 5 种主要慢性病直接经济负担的 42.9%，占 2010 年卫生总费用的 4.5%[33]。将 BMI 控制在正常范围内不仅可以减少多数慢性病的发病风险，同时有利于降低慢性病所带来的疾病负担与经济负担。目前常见的肥胖干预手段多是从个体层面出发，缺乏群体与区域层面的干预措施与政策。在国家基本公共卫生服务项目中，BMI 仅被视作慢病患者的风险因素之一进行控制，忽视了单纯的肥胖人群。随着我国肥胖人口的不断增加，在全国范围内开展肥胖防治工作应被作为一项重要的基本公共卫生项目，呼吁国家与全社会尽早开展以社区为载体的主动式、预防式干预，将宏观干预（政府、卫生系统、社会观念等）与个体干预结合起来，才能对超重和肥胖的流行取得最佳干预效果[34]。

本研究的局限性在于：（1）缺乏各省份的负担数据，无法反映地域间的负担差异与特征；（2）GBD 2019 中归因于高 BMI 的相关疾病可能不够全面；（3）GBD 2019 将高 BMI 定义为 BMI>25 kg/m^2，可能无法满足所有风险人群和群体的临界值[26]。

4 小结

综上所述，1990—2019 年我国归因于高 BMI 的疾病负担明显增加，存在性别与年龄差异。30 年来，脑卒中、缺血性心脏病、糖尿病、高血压性心脏病是高 BMI 的归因 DALY 负担最高的 4 种疾病，应针对不同性别、不同年龄段的人群采取针对性的干预措施，重点关注与预防高 BMI 导致的相关疾病与癌种。模型预测显示，在未来十年高 BMI 导致的 DALY 负担将进一步加重，开展全国范围的社区肥胖防治工作已亟不可待。

作者贡献：颜丹虹提出主要研究目标，负责研究的构思与设计，撰写论文，统计学处理；甘同舟负责文献整理、数据收集与整理，图、表的绘制与展示；袁空军负责论文的修订；周光清负责文章的质量控制与审查，对文章整体负责，监督管理。

本文无利益冲突。

参考文献

[1] The Lancet Diabetes Endocrinology. Obesity in China：time to act[J]. Lancet Diabetes Endocrinol，2021，9（7）：407. DOI：10.1016/S2213-8587（21）00150-9.
[2] 张磊 . 我国成人平均体重指数增速放缓［N］. 健康报，2021-07-05（002）.
[3] 钟晴，李毅琳，黄远霞，等 . 武汉市居民超重肥胖现状及影响因素分析［J］. 中国公共卫生，2019，35（9）：1210-1214.
[4] 郝丽鑫，张兵，王惠君，等 .1989—2018 年我国 15 个省（自治区、直辖市）18 ~ 35 岁成年人超重和肥胖变化趋势及流行特征［J］. 环境与职业医学，2022，39（5）：471-477.
[5] 田颖，龚家伟，曹鸿鹏，等 . 扬州市城乡居民超重 / 肥胖流行状况调查与影响因素分析［J］. 美食研究，2023，40（3）：81-86，91. DOI：10.19913/j.cnki.2095-8730msyj.2023.03.11.
[6] WANG Y F，ZHAO L，GAO L W，et al. Health policy and public health implications of obesity in China［J］. Lancet Diabetes Endocrinol，2021，9（7）：446-461. DOI：10.1016/S2213-8587（21）00118-2.
[7] GBD 2019 Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories，1990-2019：A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019［J］. Lancet，2020，396（10258）：1223-1249. DOI：10.1016/S0140-6736（20）30752-2.
[8] 戚圣香，范周全，杨华凤，等 .2011 年与 2017 年南京 25 岁及以上人群身体活动不足归因疾病负担分析［J］. 中国卫生统计，2021，38（2）：262-265，269.
[9] 杜文聪，俞浩，罗鹏飞，等 .1990—2019 年江苏省老年人群跌倒疾病负担分析［J］. 中华疾病控制杂志，2023，27（10）：1133-1139. DOI：10.16462/j.cnki.zhjbkz.2023.10.004.
[10] HE H R，LIU Q Q，LI N，et al. Trends in the incidence and DALYs of schizophrenia at the global，regional and national levels：results from the Global Burden of Disease Study 2017［J］. Epidemiol Psychiatr Sci，2020，29：e91. DOI：10.1017/S2045796019000891.

[11] LIU Z Q，JIANG Y F，YUAN H B，et al. The trends in incidence of primary liver cancer caused by specific etiologies：Results from the Global Burden of Disease Study 2016 and implications for liver cancer prevention［J］. J Hepatol，2019，70（4）：674-683. DOI：10.1016/j.jhep.2018.12.001.

[12] 许泽东，柳福祥 . 灰色 GM（1，1）模型优化研究进展综述［J］. 计算机科学，2016，43（S2）：6-10.

[13] 段朝晖，张敏，徐杰茹，等 . 2000—2019 年中国脑瘤死亡趋势分析及预测研究［J］. 中国全科医学，2023，26（6）：734-741. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0630.

[14] MA S J，XI B，YANG L，et al. Trends in the prevalence of overweight，obesity，and abdominal obesity among Chinese adults between 1993 and 2015［J］. Int J Obes（Lond），2021，45（2）：427-437. DOI：10.1038/s41366-020-00698-x.

[15] CHEN Y J，PENG Q，YANG Y，et al. The prevalence and increasing trends of overweight，general obesity，and abdominal obesity among Chinese adults：A repeated cross-sectional study［J］. BMC Public Health，2019，19（1）：1293. DOI：10.1186/s12889-019-7633-0.

[16] WANG L M，ZHOU B，ZHAO Z P，et al. Body-mass index and obesity in urban and rural China：findings from consecutive nationally representative surveys during 2004-18［J］. Lancet，2021，398（10294）：53-63. DOI：10.1016/S0140-6736（21）00798-4.PMID：34217401.

[17] 李瑶玥，王桂新 . 社会经济因素对中国居民肥胖的影响［J］. 人口与发展，2022，28（5）：107-125.

[18] 贾鑫，丛革新，刘辉，等 .2017 年中国人群超重和肥胖现状调查分析［J］. 中国健康教育，2022，38（3）：217-221，227. DOI：10.16168/j.cnki.issn.1002-9982.2022.03.006.

[19] 胡霄，张继国，贾小芳，等 .1991—2015 年中国 15 个省（自治区、直辖市）6~17 岁儿童青少年营养不良双重负担状况［J］. 卫生研究，2023，52（1）：27-32. DOI：10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2023.01.005.

[20] 吴菲 . 社会决定抑或身材筛选？社会经济地位与肥胖的性别化因果关系［J］. 社会，2021，41（2）：218-242. DOI：10.15992/j.cnki.31-1123/c.2021.02.009.

[21] 中国居民营养与慢性病状况报告（2020 年）［J］. 营养学报，2020，42（6）：521.

[22] 思婷，张继国，贾小芳，等 .2018 年中国 15 省份 18~65 岁居民肥胖与 2 型糖尿病患病的关联研究［J］. 中华流行病学杂志，2022，43（10）：1596-1602. DOI：10.26914/c.cnkihy.2022.033891.

[23] 田园，杨淞淳，余灿清，等 . 中国成年人中心性肥胖与缺血性心脏病发病风险的前瞻性研究［J］. 中华高血压杂志，2019，27（3）：300. DOI：10.16439/j.cnki.1673-7245.2019.03.032

[24] 王鑫钰，苏文丽，黄亚楠，等 .BMI 与脑卒中发病风险的剂量－反应 Meta 分析［J］. 中国循证医学杂志，2022，22（11）：1330-1338.

[25] 李辉，毛书奇，龚清海，等 . 宁波市 25 岁及以上人群高体质指数归因死亡和对期望寿命的影响［J］. 中国慢性病预防与控制，2019，27（12）：895-898. DOI：10.16386/j.cjpccd.issn.1004-6194.2019.12.004.

[26] DAI H J，ALSALHE T A，CHALGHAF N，et al. The global burden of disease attributable to high body mass index in 195 countries and territories，1990-2017：An analysis of the Global Burden of Disease Study［J］. PLoS Med，2020，17（7）：e1003198. DOI：10.1371/journal.pmed.1003198.

[27] 郑荣寿，孙可欣，张思维，等 .2015 年中国恶性肿瘤流行情况分析［J］. 中华肿瘤杂志，2019，41（1）：19-28. DOI：10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2019.01.008.

[28] 张明霞，陈琼，郭兰伟，等 .2018 年河南省恶性肿瘤发病与死亡情况及 2014—2018 年趋势分析［J］. 中国肿瘤，2023，32（8）：563-572.

[29] 赵虹琳，李婷婷，丁国武 .1990—2019 年中国女性卵巢癌疾病负担趋势分析［J］. 中华肿瘤防治杂志，2023，30（9）：507-512. DOI：10.16073/j.cnki.cjcpt.2023.09.01.

[30] 张丽，卜淑敏 . 肥胖对骨骼的双重影响和机制以及在骨疾病中的作用［J］. 中国骨质疏松杂志，2022，28（4）：585-589.

[31] 林泽玉，徐林 . 痛风致骨破坏机制的研究与进展［J］. 中国组织工程研究，2024，28（8）：1295-1300.

[32] 李嘉琛，吕筠，高萌，等 . 中国成年人体质指数和腰围与主要慢性病风险的关联研究［J］. 中华流行病学杂志，2019，40（12）：1541-1547. DOI：10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.12.007.

[33] 中国心血管健康与疾病报告编写组 . 中国心血管健康与疾病报告 2020 概要［J］. 中国循环杂志，2021，36（6）：521-545. DOI：10.3969/j.issn.1000-3614.2021.06.001.

[34] 盛明洁，蒋文，薛司徒 . 面向中国城市的致胖环境识别、评价和规划干预框架［J］. 城市发展研究，2022，29（4）：49-56，69. DOI：10.3969/j.issn.1006-3862.2022.04.007.

（收稿日期：2024-01-31；修回日期：2024-03-25）

（本文编辑：李婷婷）